Jb. nass. Ver. Naturkde. **122** S. 115–137 13 Abb. Wiesbaden 2001

Der staatliche Grundwasserdienst in Hessen

BENEDIKT TOUSSAINT

Inhaltsverzeichnis

1 Geschichte und Organisation des Landesgrundwasserdienstes

Im Rahmen der gewässerkundlichen Dienste der deutschen Bundesländer wird das Grundwasser, genauer gesagt der Grundwasserstand in Messrohren oder die Schüttung von Quellen, mit einer gewissen Systematik z. T. schon seit Mitte des 19. Jahrhunderts beobachtet, mancherorts wurde auch die Wassertemperatur von Quellen mehr oder weniger regelmäßig registriert. Das, was heute als staatlicher Grundwasserdienst oder Landesgrundwasserdienst bezeichnet wird, besteht in Hessen seit 1912.

Vor dem Zweiten Weltkrieg und danach bis 1956 wurde der hessische Landesgrundwasserdienst teils von der Hessischen Geologischen Landesanstalt bzw. vom Hessischen Landesamt für Bodenforschung (HLfB), teils von den örtlichen Wasserwirtschaftsämtern (heute Staatliche Umweltämter bei den Regierungsprä-si-dien) betreut, danach lag die Zuständigkeit einheitlich bei der Wasserwirtschaftsverwaltung unter Federführung des damaligen Ministers für Landwirtschaft und Forsten (TOUSSAINT & GÖBEL 1995). Diese hoheitliche Aufgabe wurde dem im Dezember 1964 gegründeten Hessischen Landesamt für Gewässerkunde und wasserwirtschaftliche Planungen übertragen. An seine Stelle trat am 1. Juli 1971 die Hessische Landesanstalt für Umwelt (HLfU) mit einem über gewässerkundliche und wasserwirtschaftliche Fragestellungen weit hinausgehenden Aufgabenspektrum. Nachfolgerin des HLfB und der HLfU ist seit dem 1. Januar 2000 das Hessische Landesamt für Umwelt und Geologie (HLUG), was eine integrative Bearbeitung grundwasserrelevanter Themen aus umweltbezogener oder gewässerkundlicher Sicht einerseits und hydrogeologischem Verständnis andererseits erleichtert.

Obwohl bereits früher auf der Basis von Erlassen, Verordnungen u. a. der früheren HLfU die Aufgabe übertragen worden war, gewässerkundliche Messnetze

einzurichten, (Grundwasser-) Messwerte zu erfassen, zu archivieren, zu dokumentieren, unter Berücksichtigung der standortspezifischen Randbedingungen zu interpretieren und im Hinblick auf umweltbezogene Planungen, Maßnahmen und Entscheidungen aufzubereiten und auszuwerten, wurde ihre Zuständigkeit für einen Teil des sog. „Wasserwirtschaftlichen Landesdienstes" verbindlich erst im Hessischen Wassergesetz (HWG) i. d. F. vom 22. Januar 1990 verankert.

Der Grundwasserdienst als Teil des Wasserwirtschaftlichen Landesdienstes ist im Dezernat W 3 Grundwasser und Hydrologie des HLUG angesiedelt. Örtliche Beobachter gewinnen auf der Basis einer Aufwandsentschädigung im Auftrag der für bestimmte Landkreise zuständigen Staatlichen Umweltämter nach entsprechender Schulung die eingangs genannten gewässerkundlichen Daten an den meisten Messstellen, tragen sie in sog. Beobachterbelege ein und übersenden diese über das jeweilige Staatliche Umweltamt an das HLUG. Dort werden die Messwerte zentral erfasst, in einer leistungsfähigen Datenbank (GruWaH) gespeichert, für umweltpolitische Entscheidungsträger ausgewertet und z. T. auch interessierten Dritten wie z. B. Ingenieurbüros verfügbar gemacht. Seit dem Jahr 2000 können Daten und darauf beruhende Diagramme und Karten auch über das Internet abgerufen werden (http://www.hlug.de/medien/wasser/gw.htm), somit kann auch die breite Öffentlichkeit mittels moderner Techniken informiert werden.

Ende der 70er-, Anfang der 80er-Jahre musste immer mehr die Erfahrung gemacht werden, dass entgegen früheren Vorstellungen von der Effizienz des Reinigungsvermögens des Untergrundes auch das Grundwasser verschmutzungsanfällig ist und resultierende Grundwasserbelastungen meistens Langzeitschäden sind, die – wenn überhaupt – nur mit großem finanziellen und personellen Aufwand im Sinne einer im Wasserrecht geforderten Nachsorge wieder repariert werden können. Daraufhin und auch aufgrund einer im Jahr 1983 gemachten Empfehlung der Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA) ging auch Hessen dazu über, einen Teil seiner Messstellen systematisch zu beproben und die entsprechenden qualitativen Messwerte ebenfalls in die GruWaH einzustellen und auszuwerten (BERTHOLD & TOUSSAINT 1998, 1999a und b).

Da das Grundwasser am Wasserkreislauf teilnimmt und nicht nur Lösungs-, sondern auch Transportmedium für natürliche und auf menschliche Tätigkeit zurückgehende Inhaltsstoffe ist, wird bei Messstellen, die der Beobachtung der Grundwasserbeschaffenheit dienen, auch der Grundwasserstand bzw. die Quellschüttung gemessen. Die quantitativen Messwerte erleichtern bzw. ermöglichen in vielen Fällen erst eine fachlich fundierte Interpretation der qualitativen Messwerte. Umgekehrt lassen sich häufig erst mittels quantitativer Messwerte, die Aussagen z. B. hinsichtlich des Grundwasserströmungsfeldes oder hydraulischer Zusammenhänge von Grundwasservorkommen zulassen, die richtigen Schlüsse im Hinblick auf das hydrochemische Muster und die Genese eines bestimmten Grund-

891 Grundwassermessstellen zur Erfassung des Grundwasserstandes sowie
74 Quellschüttungsmessstellen,

davon dienen

230 Grundwassermessstellen und Quellen der Beobachtung und Überwachung der Grundwasserbeschaffenheit.

2 Grundwassermonitoring – Instrument für Daseinssicherung und Zukunftsbewältigung

Die neuen Erkenntnisse hinsichtlich der negativen Einflüsse der Tätigkeit des Menschen auf Menge und Beschaffenheit des Grundwassers führten zur umweltpolitischen Zielvorgabe des Vorsorgeprinzips, das auf der präventiven Vermeidung von Grundwasserbelastungen beruht. Nach deutschen Vorstellungen nimmt daher der Schutz des Grundwassers nicht nur in den Einzugsgebieten von Trinkwassergewinnungsanlagen, sondern in der ganzen Fläche eines Bundeslandes (in unserem föderalen System ist Wasserwirtschaft Ländersache) eine Schlüsselstellung ein. Eine ganz entscheidende Voraussetzung für die Realisierung dieser Zielvorgabe ist ein leistungsfähiges Grundwassermonitoring (OTTENS et al. 2000; TOUSSAINT 2000; TOUSSAINT & GÖBEL 1995). Die Aufgabenstellung beschränkt sich nicht auf die Dokumentation des Ist-Zustands, sondern hat auch die Registrierung von negativen Veränderungen und ihrer Ursachen zum Gegenstand, damit rechtzeitig die Einleitung von Gegenmaßnahmen möglich ist.

Grundwassermonitoring, zu begreifen als „the process of repetitive observing for defined purposes on one or more elements of the environment according to prearranged schedules in space and time and using comparable methodologies for environment sensing and data collection“ (OTTENS et al. 2000), ist wesentlich mehr als „messen“ und geht auch über den „Messdienst“ weit hinaus. Grundwassermonitoring ist vielmehr eine Sequenz von Aktivitäten, die mit der Definition der erforderlichen Informationen, die für das Erreichen gewässerkundlicher oder umfassender wasserwirtschaftlicher Ziele unbedingt vorliegen müssen, beginnen und mit der Nutzung der gewonnenen Erkenntnisse enden. Es handelt sich um einen integrativen Ansatz, anschaulich darzustellen und zu begründen in einem „Monitoring-Zyklus“ (Abbildung 1). Alle Phasen des Monitoring-Prozesses sollten betrachtet werden, da die Bewertung aller gewonnenen Informationen zu einem völlig neuen Informationsprofil führen kann, was eine neue Sequenz von Aktivitäten zur Folge haben könnte. Auf diese Weise wird der Monitoring-Prozess optimiert.

Das Konzept eines Monitoring-Zyklus beinhaltet gleichzeitig die Aussage, dass es keine Monitoringprogramme „von der Stange“ geben darf, da diese häufig zwar viele Daten produzieren, aber wenig Informationen liefern. Stattdessen müssen Programme zur Grundwasserüberwachung maßgeschneidert sein: Daten, Informationen und Entscheidungen sind Teil einer Gesamtstrategie. Ein „abgestimmtes Monitoringprogramm“ steht u. a. außerdem für eine Kommunikation

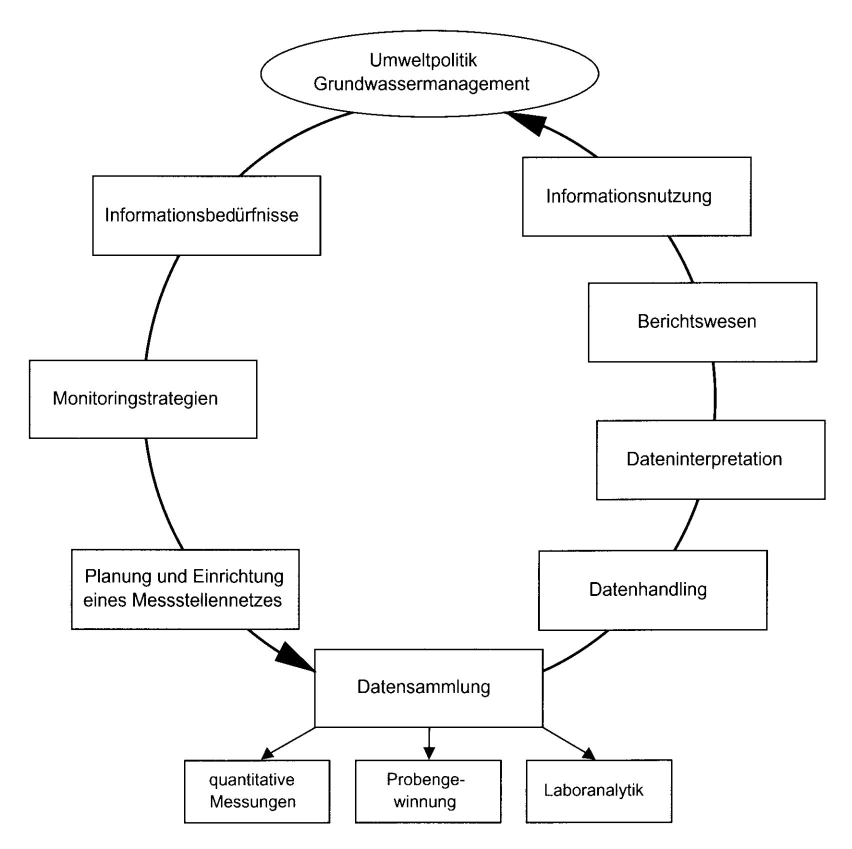


Abbildung 1: Monitoring-Zyklus (nach OTTENS et al. (2000), vom Verfasser ins Deutsche übersetzt)

zwischen Fachleuten, die das Konzept dafür entworfen haben, und Entscheidungsträgern und der Öffentlichkeit, die die gewonnenen Informationen nutzen (MEINERS 2001).

Dieser Beitrag befasst sich nicht mit allen Elementen des Monitoring-Zyklus, sondern soll lediglich Hinweise geben für die Messnetzplanung, das Messstellendesign und den Betrieb eines staatlichen Grundwassermessnetzes.

Die Aktivitäten des auf das Grundwasser bezogenen Monitoring-Zyklus dürfen niemals isoliert von den Erfordernissen des wasserwirtschaftlichen Managements gesehen werden, das aussagefähige Informationen benötigt, um das Grundwasser im Hinblick auf die verschiedenen, z. T. miteinander konkurrierenden Nutzungsansprüche wirkungsvoll und auf Dauer schützen zu können (gemeint ist „sustainable development" im Sinne des Brundtland Reports von 1987: „a development is sustainable when it meets the needs of the present without compromising the ability of future generations to meet their own needs").

Die Nutzungsansprüche des Menschen haben zu mehr oder weniger deutlichen Grundwasserbelastungen geführt. Beispielsweise kann eine Übernutzung eines Grundwasserleiters den Aufstieg von hochmineralisiertem Tiefengrundwasser hervorrufen, das geförderte Grundwasser ist ohne kostspielige Aufbereitung als Trinkwasser ungenießbar oder aber die Veränderung der natürlichen Druckverhältnisse in einem Grundwasserleiter begünstigt den Zustrom von ggf. verunreinigtem Grundwasser aus der näheren oder auch weiteren Nachbarschaft. Zu starke Grundwasserentnahmen können auch die Niedrigwasserführung eines Gewässers so stark reduzieren, dass dieses z. B. seine Funktion als wertvolles Fischgewässer verliert, weil der Anteil des von Kläranlagen eingeleiteten Abwassers in Relation dazu zu hoch ist. Weiterhin kann ein abwasserbelastetes Fliessgewässer im Gegensatz zu früheren Verhältnissen in den Untergrund infiltrieren, wenn der Grundwasserspiegel unter die Gewässersohle abgesenkt worden ist, das Ergebnis ist eine Grundwasserbelastung.

Der Schutz des Grundwassers ist nicht nur eine Angelegenheit des Staates, sondern auch aller derjenigen, die entweder das Grundwasser nutzen (z. B. als Trinkwasserkonsumenten) oder deren Handeln sich in irgendeiner Form negativ auf das Grundwasser auswirkt (z. B. infolge Aufdeckung des Grundwassers durch Kiesabbau oder durch intensiven Einsatz von Düngemitteln in der Landwirtschaft). Daher muss Grundwassermonitoring nach dem Kooperationsprinzip wahrgenommen werden, insbesondere im Hinblick auf die Gewinnung von repräsentativen Daten der Grundwasserbeschaffenheit (Abbildung 2).

Neben dem i. Allg. in einem Grobraster angelegten, bereichsweise (insbesondere in leistungsfähigen Grundwasserleitern, die der Wasserversorgung dienen) jedoch auch verdichteten staatlichen Grundnetz, das wiederum in Basismessnetz zur Erkundung der natürlichen Verhältnisse in den wichtigsten hydrogeologischen Einheiten und Trendmessnetz zur Identifikation allgemeiner diffuser anthropogener Stoffeinträge in das Grundwasser untergliedert ist, gibt es auch die Messnetze Dritter. Dabei handelt es sich vor allem um die Wasserversorgungsunternehmen, die in Hessen auf der Grundlage einer Verordnung vom Mai 1991 die hydrochemischen Befunde ihres Rohwassers sowie die quantitativen und qualitativen Messwerte von Messstellen im Vorfeld ihrer Wassergewinnungsanlagen zwecks zentraler Auswertung und Bewertung an das HLUG übersenden (z.z. überwiegend noch auf dem Datenträger Papier, in Zukunft möglichst nur noch in digitaler Form per Diskette oder E-Mail). Weiterhin gibt es im Falle einer spezifischen Grundwasserbelastung die sog. Emittenten-Messnetze (z. B. Emittenten-Messnetz „Landwirtschaft“ oder „Siedlungen“) zur Überwachung von Belastungen, die keinem konkreten Verursacher zugeschrieben werden können (z. B. erhöhte Nitratgehalte im Grundwasser, resultierend aus einer intensiven landwirtschaftlichen Bodennutzung), oder die sog. Schadensfall-Messnetze, mit deren Hilfe eine Punktquelle (z. B. betriebenes Industriegrundstück oder eine Altablagerung, die von der zuständigen Behörde (in Hessen Regierungspräsidium) zu einer Altlast erklärt wurde) und die von dieser ausgehende Schadstofffahne nach-

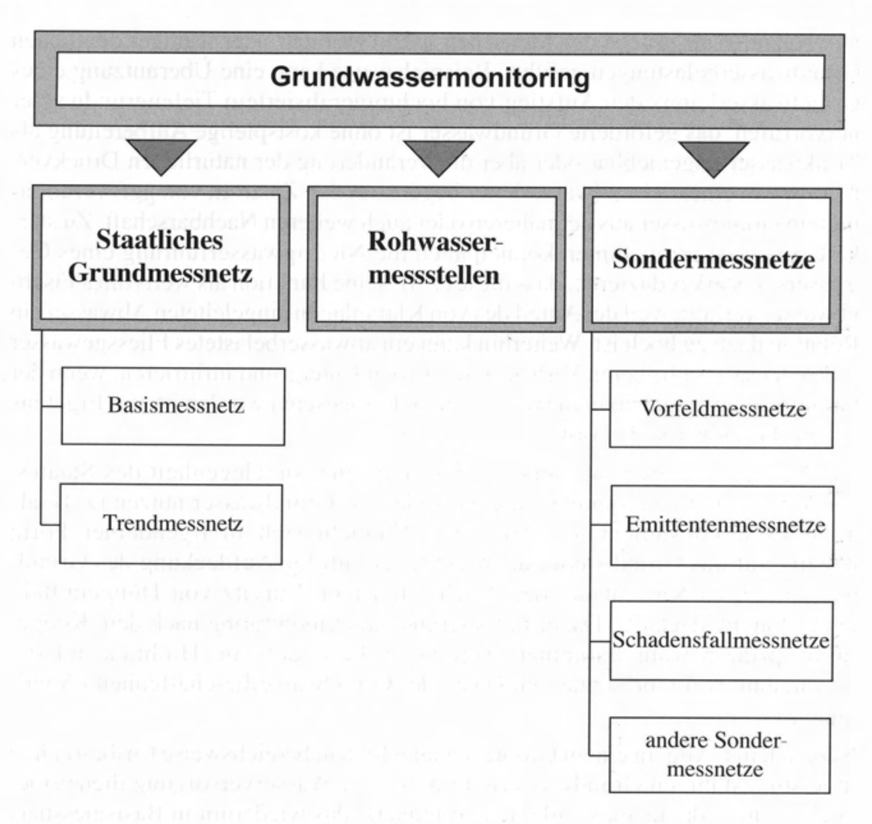


Abbildung 2: Kooperatives Grundwassermonitoring in Hessen

gewiesen bzw. die Effizienz von Sanierungs- oder Sicherungsmaßnahmen kontrolliert werden sollen.

3 Kriterien für Messnetzdesign, Bau von Messstellen und Messbetrieb einschließlich Gewinnung von Grundwasserproben

Im Monitoring-Zyklus ist die Gewinnung von Messwerten das Kernelement. Diese müssen „repräsentativ" sein; das heißt, dass sich in den Messwerten die auf das Grundwasser bezogene in situ-Situation möglichst unverfälscht widerspiegeln muss und auch für ein größeres Umfeld gelten sollte. Diese Forderung gilt insbesondere für qualitative Messwerte, weil Informationen darüber eine wesentliche Grundlage für den präventiven Schutz des Grundwassers vor allem im Hinblick auf dessen natürliche Beschaffenheit sind, die in einem so dicht besiedelten Land wie Hessen insgesamt noch stärker anthropogen beeinflusst wird als seine Menge. Daher sind wesentliche Phasen des Monitoring-Zyklus (Messnetzplanung,

Bau von Messstellen, Beprobungsaktivitäten) mit der Absicht verbunden, Grundwasserproben zu gewinnen, die den genannten Zielvorgaben entsprechen. Das bedeutet aber auch, dass man sich darüber im klaren sein muss, dass viele Faktoren, die z. T. ihrerseits wieder in einer Wechselbeziehung stehen, maßgeblich die Repräsentanz einer Grundwasserprobe und somit weitgehend auch die eines Messwertes bestimmen (Abbildung 3). Die auf die Probenahme folgenden Schritte wie Probenkonservierung, Probentransport und Analytik können zwar auch Fehler beinhalten, wirken sich aber i.allg. auf die Repräsentanz bzw. Qualität eines Messwertes weniger gravierend aus als Fehler, die im Zusammenhang mit der Probenahme und der ihr vorausgehenden Schritte gemacht werden (LAWA 2000b; TOUSSAINT 1995, 1999). Das ist der Grund, dass nachfolgend auf diese Problematik näher eingegangen wird.

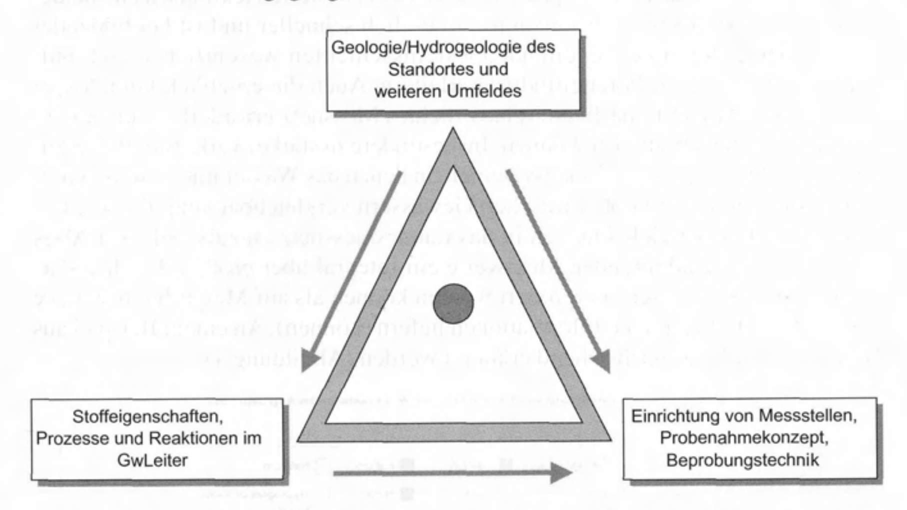


Abbildung 3: Abhängigkeit der Repräsentanz einer Grundwasserprobe von Geofaktoren, Stoffeigenschaften, Messnetzkonfiguration, Ausbau von Messstellen, Probenahmekonzept und Beprobungstechnik

Abgesehen von personellen, finanziellen, organisatorischen und speziellen wasserwirtschaftlichen Aspekten sowie im Zusammenhang mit Beprobungsaktivitäten einem unproblematischen Zugang zu den Messstellen ggf. mittels Pkw hängen Konfiguration und Dichte eines Messnetzes ganz entscheidend von den geologischen bzw. hydrogeologischen Verhältnissen ab (HÖLTING 1996). Dabei können im Hinblick auf den nicht unwesentlichen Gesichtspunkt der Notwendigkeit einer Optimierung auch geostatistische Erwägungen eine Rolle spielen (LAWA 2000a), weiterhin sind bereits vorliegende Erkenntnisse über die Grundwasserbeschaffenheit zu berücksichtigen.

Im Wesentlichen aus Sand oder Kies bestehende Porengrundwasserleiter zeichnen sich durch hydraulisch miteinander kommunizierende Hohlräume aus, die vom Grundwasser in der Regel mit geringer Geschwindigkeit (cm bis m pro Tag)

durchströmt werden. Je homogener ein Porengrundwasserleiter ist, desto weitmaschiger kann das Messnetz sein, ohne pauschal eine konkrete Dichte (Anzahl der Messstellen pro 100 km^2) nennen zu wollen oder zu können, da sehr häufig eine Einzelfallbetrachtung unumgänglich ist. Im Hinblick auf die quantitative und qualitative Pufferwirkung des belebten Bodens und der darunter folgenden wasserungesättigten Gesteine oberhalb der Grundwasseroberfläche sollte weiterhin im Falle eines flurnah anstehenden Grundwassers das Messnetz dichter sein als bei einem Grundwasservorkommen, das mehrere Meter oder sogar Zehnermeter unter der Geländeoberfläche angetroffen wird.

In Kluft- und insbesondere Karstgrundwasserleitern, die an Festgesteine wie z. B. Basalte, Sandsteine oder Kalksteine gebunden sind, fließt das Grundwasser auf ggf. durch chemische Lösungsprozesse korrosiv erweiterten tektonisch entstandenen Hohlräumen (Sekundärporosität) wesentlich schneller und ist bei fehlender Überdeckung durch geringleitende Gesteinsschichten wesentlich verschmutzungsanfälliger als in Porengrundwasserleitern. Auch die erheblich komplexere Grundwasserdynamik macht ein relativ dichtes Messnetz erforderlich, um aussagekräftige Daten erhalten zu können. Insbesondere in stärker verkarsteten Gesteinen mit Röhren- und ggf. Höhensystemen, in denen das Wasser mit Geschwindigkeiten, die mit denen in oberirdischen Gewässern vergleichbar sind, fließt, ist es sinnvoll, möglichst viele Quellen in das Landesmessnetz einzubeziehen (LAWA 2000b), da die resultierenden Messwerte ein Integral über größere Flächen darstellen und somit besser interpretiert werden können als auf Messrohre bezogene Daten, die lediglich lokale Informationen liefern (können). An einem Beispiel aus Nordhessen soll das nachstehend erläutert werden (Abbildung 4).

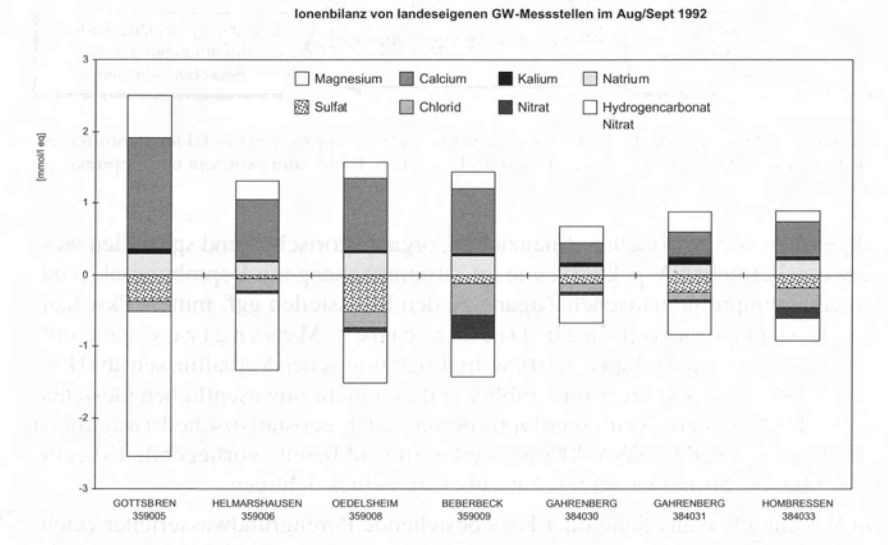


Abbildung 4: Unterschiedliche Grundwasserbeschaffenheit im Mittleren Buntsandstein des nordhessischen Reinhardswaldes

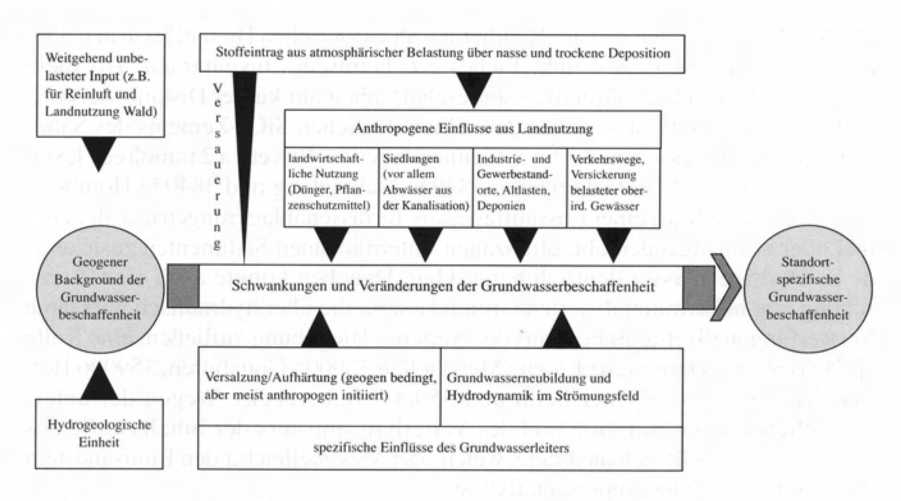


Abbildung 5: Einflüsse auf die Grundwasserbeschaffenheit (aus LAWA 2000b)

bau häufig gravierende Fehler gemacht worden (TOUSSAINT 1999), die nicht nur eine Fehlinterpretation der Messwerte zur Folge hatten, sondern auch die betreffenden Messstellen (Kosten 150–300 € pro Messstellenmeter) völlig unbrauchbar machten.

Unter keinen Umständen dürfen mehrere Grundwasserleiter verfiltert werden, da dies einen hydraulischen Kurzschluss bedeutet mit der Konsequenz verfälschter Grundwasserstände und eines nicht eindeutig zuordenbaren hydrochemischen Musters der Grundwasserproben.

Ist der zu erkundende Grundwasserleiter relativ homogen und sind im Vertikalprofil keine ausgeprägten Unterschiede in der Beschaffenheit des Grundwassers zu erwarten, wird in der Regel eine längere, entweder durchgehende oder mit Vollwandabschnitten abwechselnde Filterstrecke empfohlen mit dem Ziel, tiefenintegrierte Mischwasserproben zu erhalten (Abbildung 6 a und b). Ist dagegen mit einer Schichtung im Grundwasserleiter zu rechnen (verursacht z. B. durch unterschiedliche Dichteunterschiede im Grundwasser oder durch starke Inhomogenität im Grundwasserleiter, die sich u. a. auf einen differenzierten Transport der Inhaltsstoffe in den verschiedenen Teilhorizonten auswirkt) oder existieren signifikante Vertikalgradienten im Grundwasserströmungsfeld, sollten nur Messstellen mit einem kurzen Filterstück (1–2 m Länge) am unteren Ende eingerichtet werden. Diese Konstruktion ermöglicht die Gewinnung tiefenorientierter Einzelproben. Diese Zielvorgabe kann durch Bündelmessstellen, eine Messstellengruppe oder durch Multi-Level-Messstellen (Abbildung 6 c, d und e) erreicht werden. Bei den Varianten c) und d) müssen die Teilhorizonte innerhalb eines strukturierten Grundwasserleiters oder unterschiedliche Grundwasserleiter im Ringraum der großdimensionierten Einzelbohrung bzw. in den unterschiedlich tiefen Bohrlöchern der Messstellengruppe durch Bentonit oder sonstiges abdichtendes Ma-

Der Mittlere Buntsandstein des Reinhardswaldes zwischen Diemel/Esse und oberer Weser weist ein relativ einheitliches geochemisches Inventar auf. Trotzdem zeigt sich, dass sich die Grundwasserbeschaffenheit auf kurzer Distanz merklich ändert. Da von Natur aus wegen des schwer löslichen SiO_2-Zements des Sandsteins das Grundwasser nur schwach mineralisiert ist (bis etwa 2 mmol(eq)/l; siehe Messstellen 384030 Gahrenberg, 384031 Gahrenberg und 384033 Hombressen), machen sich aus einer Lössauflage, aus Terrassenablagerungen u. a. der Diemel oder aus hangenden oberoligozänen-untermiozänen Sedimenten zusickernde kalkhaltige Wässer deutlich bemerkbar. Daneben könnte auch eine Zumischung von höhermineralisierten Grundwässern, die über hydraulisch wirksame Verwerfungen (Tertiärgräben) aus der weiteren Umgebung zufließen, eine Rolle spielen (bis ca. 5 mmol(eq)/l; siehe Messstellen 359005 Gottsbüren, 359006 Helmarshausen, 359008 Ödelsheim und 359009 Beberbeck). Wegen der unterschiedlichen Konzentration und des Verteilungsmusters der Inhaltsstoffe des Grundwassers stellt sich die Frage, welche der Messstellen für den Buntsandstein des Reinhardswaldes „repräsentativ" ist.

Wichtig ist es, dass bei der Standortsuche für Grundwassermessstellen möglichst auch das Strömungsfeld berücksichtigt wird, das seinen Anfang in einem Grundwasserneubildungsgebiet (bevorzugt Höhenlagen mit durchlässiger Grundwasserüberdeckung) hat und an einem oberirdischen Gewässer endet. Mittels geeigneter Messstellen kann auf diese Weise die natürliche oder auch anthropogene Veränderung des Grundwasserchemismus auf dem Fließweg nachgezeichnet werden.

Bei der Planung des Messnetzdesigns spielt weiterhin die Kenntnis von vorhandenen flächenhaften, linienförmigen oder punktuellen Schadstoffquellen eine wesentliche Rolle, da deren Auswirkungen auf die Grundwasserbeschaffenheit überwacht werden muss. Je größer das Gefährdungspotential ist (z. B. sorgloser Umgang mit wassergefährdenden Stoffen an Industriestandorten, nicht dem technischen Standard entsprechende Lagerung von Chemikalen, Intensivlandwirtschaft und damit im Zusammenhang Einsatz von N-Düngern sowie Pflanzenschutz- und -behandlungsmittel), desto mehr besteht die Notwendigkeit eines Grundwassermonitoring, das auf relativ vielen Messstellen basieren muss. Diese Aufgabe stellt sich insbesondere, wenn eine potentiell das Grundwasser gefährdende Landnutzung (Abbildung 5) und eine hohe Verschmutzungsempfindlichkeit eines Grundwasservorkommens (z. B. Karstgrundwasserleiter ohne Überdeckung) räumlich zusammenfallen.

Der A u s b a u v o n G r u n d w a s s e r m e s s s t e l l e n hat in erster Linie sowohl die hydrogeologischen Verhältnisse einschließlich Grundwasserdynamik als auch das Verhalten der zu beobachtenden oder zu überwachenden Grundwasserinhaltsstoffe im Untergrund zu berücksichtigen. Die Entscheidung für einen bestimmten Messstellenausbau kann von weiteren Faktoren beeinflusst werden, z. B. Durchführung von Pumpversuchen oder bohrlochgeophysikalischen Messungen, spezielle Beprobungsverfahren u. a. In der Vergangenheit sind beim Messstellenaus-

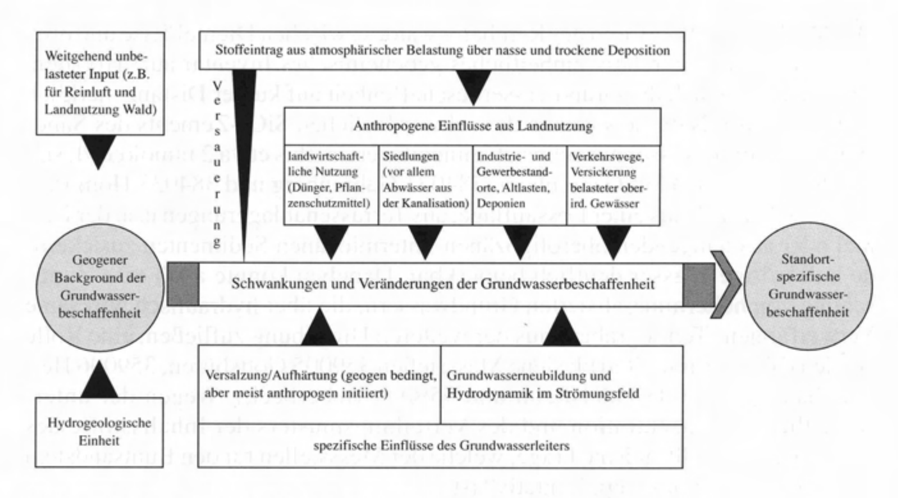


Abbildung 5: Einflüsse auf die Grundwasserbeschaffenheit (aus LAWA 2000b)

bau häufig gravierende Fehler gemacht worden (TOUSSAINT 1999), die nicht nur eine Fehlinterpretation der Messwerte zur Folge hatten, sondern auch die betreffenden Messstellen (Kosten 150–300 € pro Messstellenmeter) völlig unbrauchbar machten.

Unter keinen Umständen dürfen mehrere Grundwasserleiter verfiltert werden, da dies einen hydraulischen Kurzschluss bedeutet mit der Konsequenz verfälschter Grundwasserstände und eines nicht eindeutig zuordenbaren hydrochemischen Musters der Grundwasserproben.

Ist der zu erkundende Grundwasserleiter relativ homogen und sind im Vertikalprofil keine ausgeprägten Unterschiede in der Beschaffenheit des Grundwassers zu erwarten, wird in der Regel eine längere, entweder durchgehende oder mit Vollwandabschnitten abwechselnde Filterstrecke empfohlen mit dem Ziel, tiefenintegrierte Mischwasserproben zu erhalten (Abbildung 6 a und b). Ist dagegen mit einer Schichtung im Grundwasserleiter zu rechnen (verursacht z. B. durch unterschiedliche Dichteunterschiede im Grundwasser oder durch starke Inhomogenität im Grundwasserleiter, die sich u. a. auf einen differenzierten Transport der Inhaltsstoffe in den verschiedenen Teilhorizonten auswirkt) oder existieren signifikante Vertikalgradienten im Grundwasserströmungsfeld, sollten nur Messstellen mit einem kurzen Filterstück (1–2 m Länge) am unteren Ende eingerichtet werden. Diese Konstruktion ermöglicht die Gewinnung tiefenorientierter Einzelproben. Diese Zielvorgabe kann durch Bündelmessstellen, eine Messstellengruppe oder durch Multi-Level-Messstellen (Abbildung 6 c, d und e) erreicht werden. Bei den Varianten c) und d) müssen die Teilhorizonte innerhalb eines strukturierten Grundwasserleiters oder unterschiedliche Grundwasserleiter im Ringraum der großdimensionierten Einzelbohrung bzw. in den unterschiedlich tiefen Bohrlöchern der Messstellengruppe durch Bentonit oder sonstiges abdichtendes Ma-

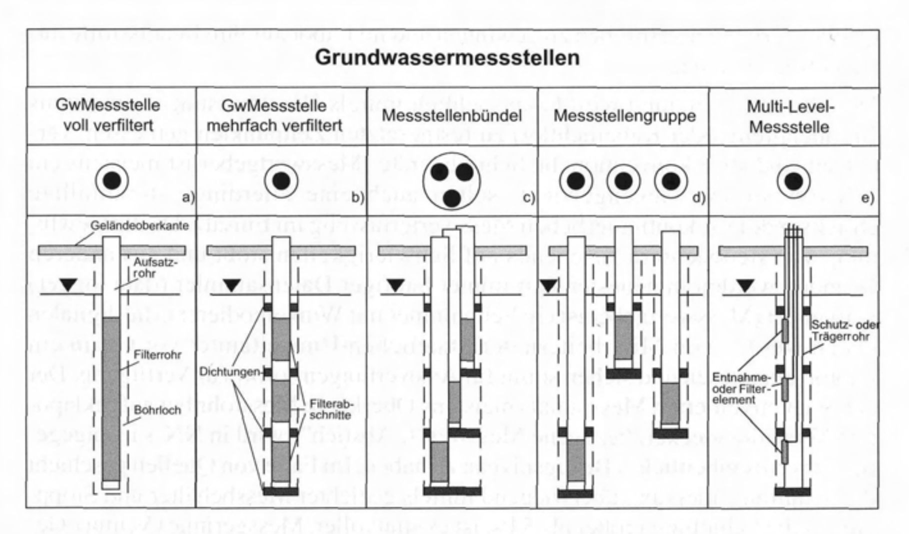


Abbildung 6: Systematik der Grundwassermessstellentypen (nach DVWK 1997, Überschrift bei e) geändert)

terial gegeneinander hydraulisch isoliert werden. Im hessischen Landesgrundwasserdienst werden für tiefenorientierte quantitative Messungen bzw. Grundwasserbeprobungen nur Messstellengruppen eingerichtet, die zwar teurer sind als Bündelmessstellen, dafür aber mehr Sicherheit im Hinblick auf eine effektive Abdichtung der einzelnen Messrohre bieten. Die Variante e) hat im Rahmen des Landesgrundwasserdienstes keine Bedeutung, wohl aber im Zusammenhang mit Sonderuntersuchungen (z. B. Nachweis der Tiefenverlagerung von Nitrat unter entsprechend gedüngten Ackerflächen).

Nur in den (in der Natur seltenen) Fällen, dass im Grundwasserleiter die Potentiallinien senkrecht und somit die Strömungslinien horizontal verlaufen, spielt es im Hinblick auf Messungen des Grundwasserstandes keine Rolle, in welcher Tiefe eine Messstelle verfiltert ist. Existieren jedoch merkliche Vertikalgradienten, muss die Messstelle im Bereich des (schwankenden) Grundwasserspiegels verfiltert sein, um zu gewährleisten, dass der Wasserstand im Messrohr identisch ist mit der Grundwasserdruckfläche, die in einem ungespannten Grundwasserleiter der freien Grundwasseroberfläche entspricht, die den gesättigten Bereich von der ungesättigten Zone darüber trennt und an der der Druck p_o der auflastenden Luftsäule herrscht.

Sieht man sich Ausbauzeichnungen von Grundwassermessstellen an, stellt der Experte fest, dass Messstellen im Hinblick auf das vorstehend Gesagte nicht selten falsch ausgebaut sind.

Der Messbetrieb beinhaltet in quantitativer Hinsicht die Registrierung des Grundwasserstandes in Messrohren und die Erfassung der Quellschüttung. In qualitativer Hinsicht ist die Aufgabe gestellt, an ausgewählten Messstellen und

Quellen Grundwasserproben zu gewinnen und im Labor auf ihre Inhaltsstoffe untersuchen zu lassen.

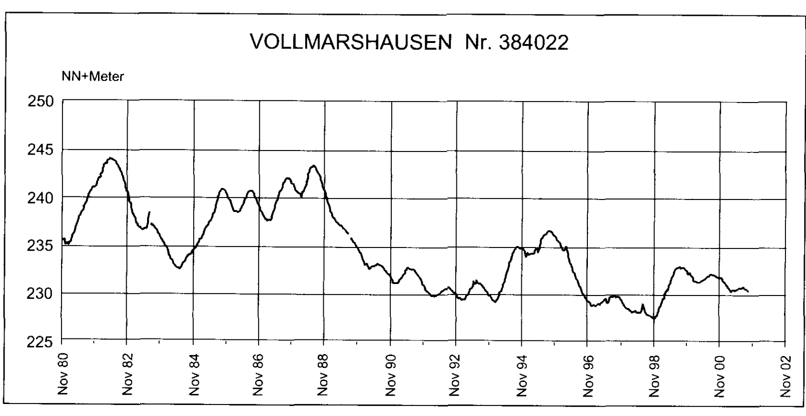
Der Grundwasserstand wird hauptsächlich mittels Handmessungen (meistens Brunnenpfeife oder Kabellichtlot) zu festgesetzten Zeitpunkten gemessen, vereinzelt sind auch konventionelle Schreibgeräte (Messwertgeber ist meistens ein Schwimmer mit Gegengewicht, selten auch eine allerdings störanfällige Drucksonde) zur kontinuierlichen Messwerterfassung im Einsatz. Da die Gewinnung von Beobachtern zusehends auf Schwierigkeiten stößt und aus anderen Gründen werden in neuester Zeit immer häufiger Datensammler (data logger) verwendet (Messwertgeber ist ein Schwimmer mit Winkelkodierer), die digitalen Daten werden von Mitarbeitern der Staatlichen Umweltämter vor Ort in ein Laptop eingelesen und stehen somit für Auswertungen sofort zur Verfügung. Der auf einen nivellierten Messpunkt (meistens Oberkante Messrohr bei aufgeklapptem Verschlussdeckel) bezogene Messwert („Abstich") wird in NN + m angegeben, um ein einheitliches Bezugsniveau zu haben. Im Falle von Quellen geschieht die Schüttungsmessung überwiegend mittels geeichter Messbehälter und Stoppuhr. Ist die Schüttung größer als 5 l/s, ist es sinnvoller, Messgerinne (Venturi-Gerinne, Überfall-Wehr) einzurichten. Bei gefassten und der Trinkwassergewinnung dienenden Quellen wird die Schüttung häufiger auch mittels Wasseruhren ermittelt.

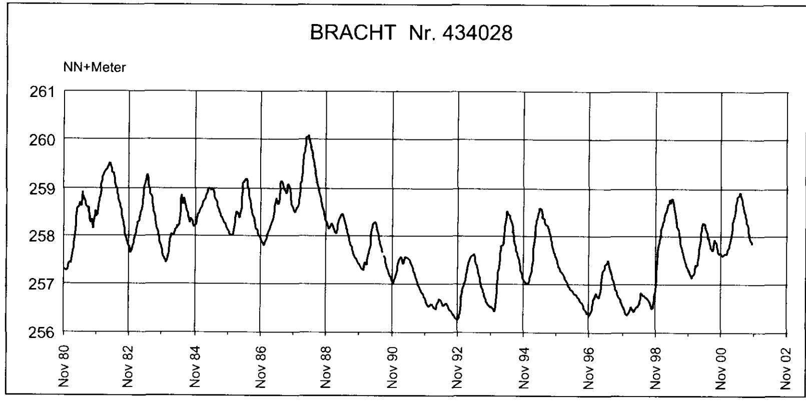
An Quellen werden die Wasserproben mittels Schöpfern gewonnen, an Grundwassermessstellen ausschließlich mittels Pumpen, und zwar nach Möglichkeit mit drehzahlgeregelten Unterwasserpumpen, um die im Grundwasserleiter herrschenden pT-Verhältnisse möglichst nicht zu verfälschen (LAWA 2000b; TOUSSAINT 1995, 1999). Für jede Messstelle gibt es spezifische Rahmenbedingungen der Probenahme, damit die Messwerte eindeutig auf die gegebenen Geofaktoren bzw. auf die herrschenden anthropogenen Umwelteinflüsse zurückgeführt werden können. So wird z. B. bei einer Position der Pumpeneinlassöffnung oberhalb der Filteroberkante die Standwassersäule im Messstellenrohr inkl. umgebendem Ringraum keineswegs pauschal dreimal ausgetauscht (wie häufig empfohlen wird), sondern es wird bei vorgeschriebener Pumpleistung und Einhängetiefe auch in Abhängigkeit von den hydrogeologischen Gegebenheiten so lange gepumpt, bis die elektrische Leitfähigkeit als Referenzparameter für die Summe aller Ionen quasi-konstant ist und man daher sicher sein kann, dass das chemisch veränderte Standwasser in der Messstelle entfernt und durch nachströmendes Grundwasser ersetzt worden ist. Während für die Entfernung des Standwassers eine Pumpleistung von 0,5 bis 1,0 l/s in einem einigermaßen leistungsfähigen Grundwasserleiter üblich ist und gewährleist, dass das natürliche Grundwasserströmungsfeld nicht zu sehr gestört wird, muss bei der eigentlichen Probenahme die Pumpleistung erheblich gedrosselt werden, um u. a. turbulentes Strömen und somit Lufteinmischung in das Wasser zu vermeiden.

Große Aufmerksamkeit gilt dem optimalen Mess- bzw. Beprobungsturnus. Dieser ist so zu wählen, dass bei möglichst sparsamem finanziellen und personellen

Einsatz die typische geohydrologische Charakteristik eines Grundwasserleiters – widergespiegelt in der Frequenz und Amplitude der Grundwasserstands- oder Quellschüttungsganglinie – dokumentiert werden kann. Je flacher das Grundwasser ansteht, desto deutlicher zeichnen sich größere innerjährliche Niederschlags- bzw. Grundwasserneubildungsereignisse in entsprechenden Peaks ab (wegen der hohen Verdunstung im hydrologischen Sommerhalbjahr (Mai–Oktober) kommt es in der Regel nur in den Monaten November bis April zu einer nennenswerten Grundwasserneubildung, wodurch die Grundwasservorräte wieder aufgefüllt werden), und zwar bei Kluft- und Karstgrundwasserleitern wegen ihres relativ geringen Speichervermögens stärker als bei Porengrundwasserleitern (Abbildung 7). Mit größer werdenden Grundwasserflurabständen (eine Ausnahme bilden die Karstgrundwasserleiter, weil in der ungesättigten Zone das Sickerwasser auf chemisch erweiterten Klüften sehr rasch in größere Tiefen transportiert wird) zeichnen sich zeitlich versetzt nur noch mehrjährige Nass- oder Trockenperioden ab. In Kenntnis dieser Gegebenheiten kann der bisherige wöchentliche Regelturnus kostenreduzierend z. T. erheblich gestreckt werden, ohne dass wesentliche Informationen verloren gehen (LAWA 2000a). Häufig genügen bei tieferen Grundwasserleitern ein oder zwei Messungen pro Jahr. Bei starken Schwankungen insbesondere der Quellschüttung (in Hessen sind die im Landesgrundwasserdienst integrierten Quellen mit einer Ausnahme an Festgesteine, also an Kluft- oder Karstgrundwasserleiter gebunden) sind andererseits möglichst kontinuierliche Messungen erforderlich. Sowohl in der einen als auch in der anderen Richtung besteht in Hessen und in anderen Bundesländern noch Optimierungsspielraum.

In vielen Grundwasserleitern ändert sich die Grundwasserbeschaffenheit nur unwesentlich. In diesem Fall wird in Hessen eine Beprobung im Abstand von etwa fünf Jahren vorgenommen; das gilt vor allem für tiefere Grundwasserleiter oder bei einer mächtigen ungesättigten Zone insbesondere mit wenig wasserdurchlässigen Schichten. Bei hoch anstehendem Grundwasser und insbesondere bei Kluft- und Karstgrundwasserleitern ist vor allem auch im Hinblick auf anthropogene Einflüsse dagegen mit größeren Variationen der Beschaffenheit zu rechnen, denen im Zusammenhang mit der Konzeption von Beprobungsprogrammen Rechnung zu tragen ist. Häufig lässt sich beobachten, dass es im Zusammenhang mit größeren Grundwasserneubildungsereignissen zu einer Reduzierung der Konzentration der Inhaltsstoffe durch Verdünnung kommt, umgekehrt ist am Ende einer Trockenperiode der Mineralisationsgrad höher, da wegen längerer Kontaktzeiten Wasser/Feststoff aus dem Gestein mehr Mineralien in Lösung gehen können. In diesem Fall empfiehlt sich eine Probenahme im Frühjahr und im Herbst. Da auch viele Tätigkeiten des Menschen, die sich auf die Grundwasserbeschaffenheit auswirken, einem bestimmten Turnus unterliegen, z. B. Einsatz von Düngemitteln und Anwendung von Pflanzenschutz- und -behandlungsmitteln ebenfalls im Frühjahr und im Herbst, ist es ratsam, den Beprobungsfahrplan an diese Gegebenheiten anzupassen, um aussagekräftige Informationen zu erhalten.





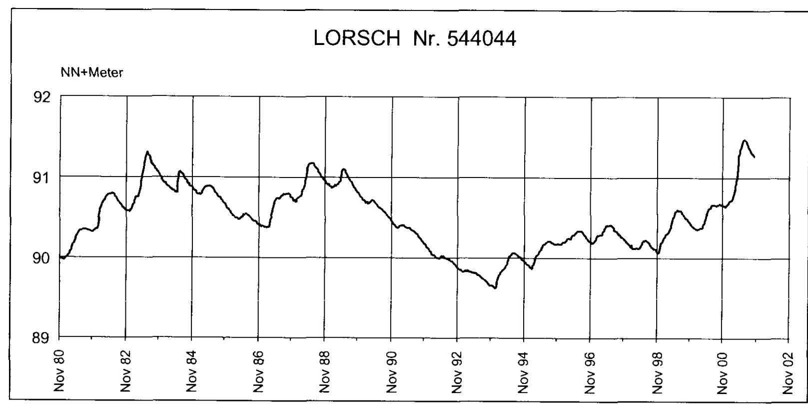


Abbildung 7: Grundwasserstandsganglinien ausgewählter nordhessischer (384022 Vollmarshausen, Buntsandstein), mittelhessischer (434028 Bracht, Basalt) und südhessischer (544044 Lorsch, Sande und Kiese) Messstellen. In allen Ganglinien spiegeln sich innerjährliche und längerperiodische Nass- und Trockenzeiträume wider, jedoch mit unterschiedlicher Ausprägung

Die meisten der rd. 230 Messstellen und Quellen des hessischen Landesgrundwasserdienstes werden routinemäßig im Abstand von 1 bis 2 Jahren beprobt. Die damit erhaltenene Informationsdichte ist ausreichend, um sich ein Bild vom Ist-Zustand der Grundwasserbeschaffenheit und ggf. von Trends machen zu können. Bei einer im Abstand von ca. 3 Jahren wechselnden (Messstellen-Rotation) Teilmenge von 20 bis 25 Messstellen werden monatlich Beprobungen durchgeführt mit der Zielsetzung, im Hinblick auf die Beschaffenheit die Charakteristik der betreffenden Grundwasserleiter genauer zu erfassen und die in vergleichbaren hydrogeologischen Einheiten in größeren Zeitabständen gewonnenen Messwerte besser und mit größerer Sicherheit interpretieren zu können. Entsprechend den drei Beprobungsprogrammen ist auch der jeweilige Katalog der abzuprüfenden Parameter abgestuft. Die in großen zeitlichen Abständen gewonnenen Grundwasserproben werden auf ca. 120 Parameter untersucht, das analytische Standardprogramm umfasst etwa 60 Parameter, für die im Monatsturnus anfallenden Proben ist das Untersuchungsprogramm mit meistens 20 Parametern am wenigsten umfangreich.

Stärkere Schwankungen des Grundwasserstandes oder der Quellschüttung, die durch Vorratsbildung und Leerlaufen eines Grundwasserleiters, der zugleich auch Speicher ist, hervorgerufen werden, müssen nicht quasi automatisch auch eine merkliche Variation der Grundwasserbeschaffenheit bedeuten, daher muss jeder Fall im einzelnen geprüft werden. Es gibt aber auch Messstellen, wo extreme Grundwasserstandsänderungen ebenso auffallende Änderungen in der Konzentration der Inhaltsstoffe und im Beschaffenheitsmuster zur Folge haben können. Ein Beispiel ist die 96 m tiefe Messstelle 383020 Escheberg im nordhessischen Muschelkalkgebiet der Borgentreicher Triasmulde, wo Schwankungen des Grundwasserstandes von bis zu 27 m innerhalb weniger Monate zu beobachten sind (Abbildung 8, unten). Bei signifikanten Hochständen in den Jahren 1990 und 1991 ließ sich das Grundwasser bei einer Ionenkonzentration von etwa 20 mmol(eq)/l dem Ca-HCO_3-Typ zuordnen, bei Tiefständen in den Sommerhalbjahren 1989, 1991 und 1992 (im Sommer 1990 wurden keine Proben genommen) lag bei Ionenkonzentrationen bis zu 100 mmol(eq)/l ein Na-Ca-SO_4-Typ vor (Abbildung 8, oben). Starke Grundwasserstandsschwankungen sind zwar bei verkarstetem Muschelkalk nicht überraschend, im Falle dieser Messstelle müssen aber noch andere Faktoren eine Rolle spielen, etwa Anstau des nach größeren Niederschlagsereignissen verstärkt anströmenden Grundwassers durch tektonisch verstellte wenig permeable Schichten des Röts und/oder des Mittleren Muschelkalks, wodurch es gleichzeitig zu einer deutlichen Verdünnung der im unteren Filterbereich der Messstelle anzutreffenden Sole (die Messstelle steht 12 m im gipshaltigen Röt) kommt. Da der Na-Anteil kein entsprechendes Cl-Äquivalent hat, wird vermutet, dass im Hinblick auf durch die Bohrung nachgewiesenen Tone und Mergel auch Ionenaustausch eine Rolle spielt.



Abbildung 8: Grundwasserbeschaffenheit und Grundwasserstandsganglinie der Messstelle 383020 Escheberg im Zeitraum 1989 bis 1992

4 Grundwassermonitoring am Beispiel des Hessischen Rieds

Der Landesgrundwasserdienst hat in allen Regionen Hessen seine Daseinsberechtigung, besonders aber im Hessischen Ried mit seinen intensiv genutzten, im Durchschnitt ca. 100 m mächtigen quartären Porengrundwasserleitern (EBHARDT et al. 2001; NOLDEN 1995). Da dieser Teil der Oberrheinebene den Ballungsräumen Rhein-Main im N und Rhein-Neckar im S angehört und sowohl landwirtschaftlich als auch gewerblich/industriell intensiv genutzt wird sowie regionale und überregionale Verkehrswege dort konzentriert sind, ist das Grundwasser in qualitativer Hinsicht deutlichen Belastungen ausgesetzt (BERTHOLD & TOUSSAINT 1998, 1999a und b). Großflächig ist vor allem der oberflächennahe Teil des würmeiszeitlichen Oberen Grundwasserleiters betroffen, wegen künstlich veränderter Druckverhältnisse infolge Grundwasserförderung zeigen zunehmend auch tiefere Bereiche lokal Anzeichen von Verunreinigung, vor allem durch Nitrat und z. T. auch Pflanzenschutz- und -behandlungsmittel. Bei stärkeren Punktquellen spielen insbesondere leichtflüchtige halogenierte Kohlenwasserstoffe (LHKW) eine Rolle. Dank der Messstellen des Landesgrundwasserdienstes wurden in der jüngsten Vergangenheit Spuren von Arzneimittelrückständen nachgewiesen (BERTHOLD et al. 1998), die im wesentlichen aus undichten Kanalsystemen, in den Untergrund infiltrierenden oberirdischen Gewässern als Vorfluter von Kläranlagen oder aus Regenwasserüberläufen stammen.

(Umwelt-)Politisch noch gravierender sind die Probleme, die die Grundwassermenge, genauer die Grundwasserstände, betreffen. Die Einrichtung von vier Großwasserwerken im Zeitraum 1964–1971 im zentralen Hessischen Ried und die damit verbundene Steigerung der Grundwasserförderung auf zeitweilig knapp über 160 Mio m^3/Jahr (Spitzenjahr 1976) führte in Verbindung mit geringer Grundwasserneubildung in Trockenjahren (besonders 1971–1976 und 1990–1993; niederschlagsbürtige Grundwasserneubildung in „Trockenjahren" 1,8 $l/s \cdot km^2$ gegenüber 4,1 $l/s \cdot km^2$ im Durchschnittsjahr bzw. 5,3 $l/s \cdot km^2$ in „Nassjahren") zu einem deutlichen Absinken der Grundwasserstände (Regierungspräsidium Darmstadt 1999). Schäden an grundwasserabhängigen Landökosystemen (u. a. Absterben nicht nur ökologisch wertvoller Eichenbestände, Austrocknen von Mooren) sowie an Gebäuden und Verkehrsanlagen durch Bodensenkung (EBHARDT et al. 2001) brachten das Hessische Ried in die Schlagzeilen („Versteppung").

Die Auswirkung der zahlreichen Wassergewinnungsanlagen auf das natürliche Grundwasserströmungsfeld (das Grundwasser fließt im Nordteil generell in NW-Richtung zu den Vorflutern Main und Rhein hin ab, im zentralen Hessischen Ried und in seinem südlichen Abschnitt herrscht ein Abfluss nach W zum Rhein hin vor) spiegelt sich in einer Karte der Grundwasserhöhengleichen in Form von Absenktrichtern wider (Abbildung 9). Teilweise lange Brunnenreihen fangen das anströmende Grundwasser ab, das somit nicht mehr in die genannten oberirdischen Gewässer übertritt. In einem früher auf weiten Strecken versumpften Gebiet mit der namensgebenden Feuchtvegetation steht heute jedenfalls in nieder-

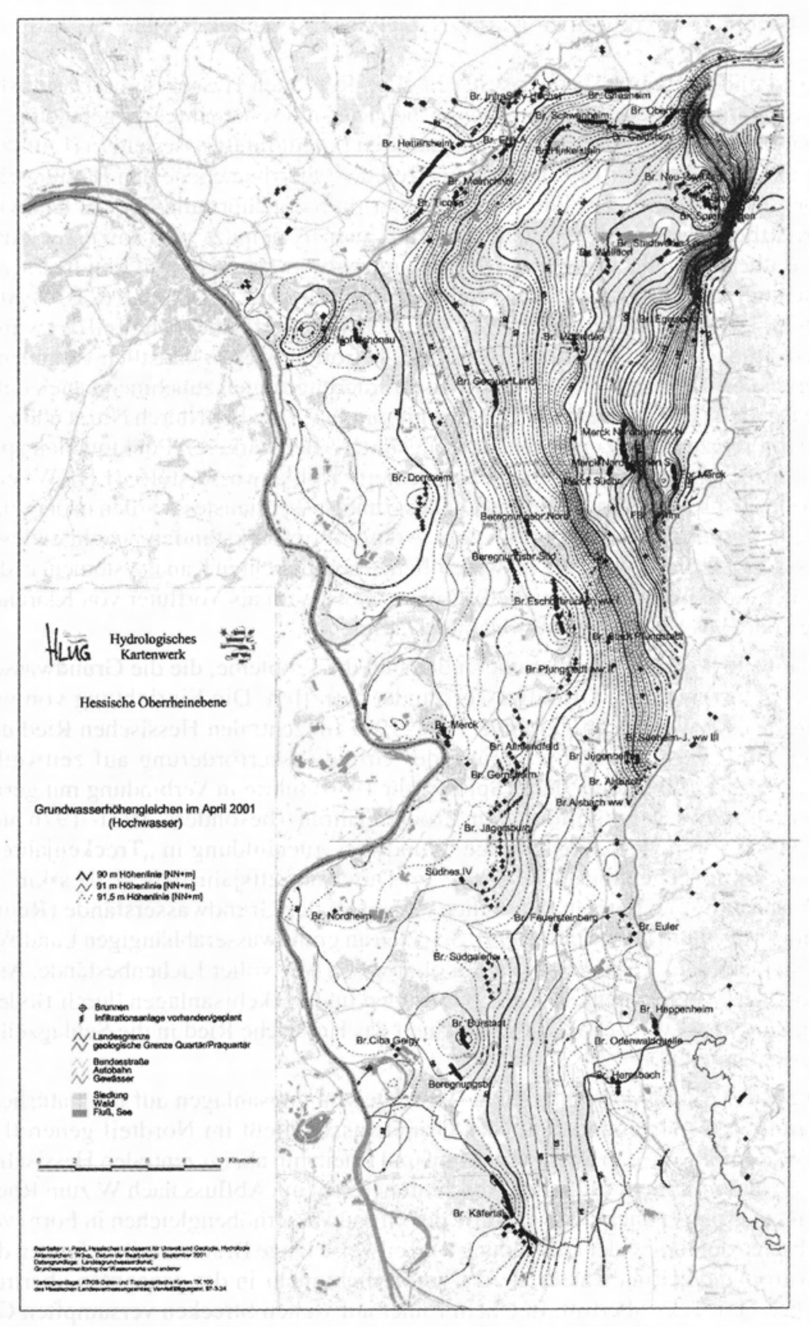


Abbildung 9: Grundwasserhöhengleichenkarte des hessischen Oberrheingebietes, April 2001

schlagsarmen Jahren das Grundwasser weitflächig 3–7 m unter Flur an (EBHARDT et al. 2001; NOLDEN 1995; Regierungspräsidium Darmstadt 1999). Nur in rheinnahen Gebieten und in der ehemaligen Aue des Altneckars, der im Frühholozän in NNW-Richtung durch das Hessische Ried mäandrierte und bei Trebur in den Rhein mündete, sind die Flurabstände des Grundwassers geringer, können andererseits am Odenwaldrand und im Untermaingebiet aber auch mehr als 30 m erreichen.

Obwohl seit Ende der 70er-Jahre die Grundwasserentnahmen aus verschiedenen Gründen rückläufig sind und seit 1989 gereinigtes Rheinwasser (Wasserwerk Biebesheim) in einer genehmigten Größenordnung von bis zu 38,1 Mio m^3/Jahr künstlich versickert wird, sind damit nicht alle Probleme gelöst. Insbesondere werden nach wie vor örtlich oder zeitlich Konflikte zwischen dem aktuellen und dem nutzungsspezifisch geforderten Grundwasserflurabstand (z. B. unter Siedlungsgebieten mindestens 4 m, bei landwirtschaftlicher Nutzung mindestens 2 m bzw. bei beregneten Flächen nicht mehr als 5 m, im Falle von Landökosystemen abgestuft zwischen 0 und 3 m, bei grundwasserabhängigen Wäldern bis 5 m) sichtbar. Daher hat Hessen im „Grundwasserbewirtschaftungsplan Hessisches Ried“ (Regierungspräsidium Darmstadt 1999) als bisher einziges Bundesland ein Konzept erarbeitet, in dem im Hinblick auf den anthropogen veränderten Grundwasserhaushalt ökologische Ziele gegenüber den Anforderungen von Industrie, Landwirtschaft, Siedlungsentwicklung und regionaler Wasserversorgung in den Vordergrund treten. Die Zielsetzung ist, die unumgänglichen Eingriffe in den Grundwasserhaushalt (aus physikalischen Gründen ist jede Art von Grundwasserförderung mittels Brunnen immer mit einer Absenkung des Grundwasserstandes verbunden) umweltfreundlich und grundwasserschonend zu steuern. Da sich das Niederschlagsgeschehen nicht voraussehen oder vom Menschen nicht manipulieren lässt und die Grundwasserentnahmen nicht beliebig gedrosselt werden können, kommt neben anderen Kernpunkten des Grundwassserbewirtschaftungsplans der bereits erwähnten künstlichen Grundwasseranreicherung eine bedeutende Rolle zu, da diese sich steuern lässt und eine nicht unerhebliche Größe des Grundwasserhaushaltes darstellt.

Ein wesentliches Element des Grundwasserbewirtschaftungsplans Hessisches Ried sind die sog. Richtwerte mittlerer Grundwasserstände, die in 11 Teilräumen für 46 Referenzmessstellen des Landesgrundwasserdienstes festgelegt worden sind (Abbildung 10). Sie berücksichtigen die fachspezifisch definierten, naturräumlichen und nutzungsspezifischen Anforderungen an den Grundwasserflurabstand und die örtlichen Geofaktoren des Grundwasserhaushalts. Der klimatisch bedingte zulässige Schwankungsbereich des Grundwasserstandes wird durch den oberen bzw. unteren Grenzwert definiert. Die Größenordnung der zulässigen Abweichungen von den festgesetzten Richtwerten mittlerer Grundwasserstände wurde aus den langjährig beobachteten natürlichen Veränderungen des Grundwasserhaushaltes abgeleitet.

Durch begleitende numerische Grundwassermodellierung wurde durch Variation

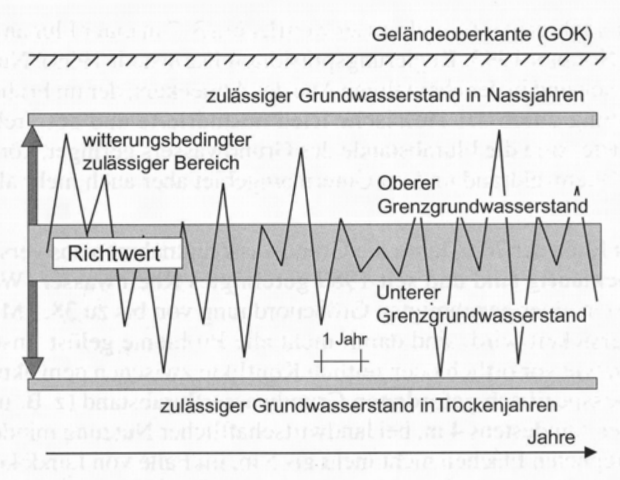


Abbildung 10: Richtwerte mittlerer Grundwasserstände, Schema (nach Regierungspräsidium Darmstadt 1999)

der Entnahmen und der Infiltration eine Variante erarbeitet, mit der die Richtwerte erreichbar sind. In ausgeprägten Nassjahren kann in den ehemaligen Mäanderbereichen von Rhein und Altneckar auch außerhalb der Gebiete, in denen der Grundwasserspiegel durch künstliche Infiltrationsmaßnahmen in den letzten Jahren bewußt und gezielt angehoben worden ist, das Grundwasser nicht nur flurnah anstehen, sondern manchmal auch in Geländemulden zu Tage treten. Es kommt dann in Siedlungsgebieten zu Kellervernässungen (Abbildung 11) oder zu Überschwemmungen von Straßen (Abbildung 12), wenn auf diese geohydrologische Situation planerisch und bautechnisch keine Rücksicht genommen wurde, z. B. durch Verzicht auf unbedingt erforderliche wasserdichte Wannen. Diese Bausünden mögen z. T. einen finanziellen Hintergrund haben, beruhen aber auch auf fehlenden Informationen der planenden Ingenieure oder Bauherren. Es soll hier keine Schuldzuweisung in Richtung Gemeinden, die Grundstücke verkaufen, Bauämter, die Bauvorhaben genehmigen, oder Architekten, die planen und überwachen, u. a. praktiziert werden, aber es verwundert schon sehr, dass z. B. in Nauheim (zwischen Rüsselsheim und Groß-Gerau am Schwarzbach gelegen) in einem Baugebiet mit dem Gewann-Namen „Im Teich" bei den meisten Häusern keine bautechnischen Vorsichtsmaßnahmen gegen hochstehendes und somit drückendes Grundwasser getroffen worden sind. Im Frühjahr 2001 war nach mehreren überdurchschnittlich niederschlagsreichen Wintern eine Situation entstanden, die den Namen des Baugebietes „Im Teich" erklärte.

Entschädigungsforderungen von „grundwassergeschädigten" Hausbesitzern in Nauheim und an vielen anderen Orten nicht nur im Hessischen Ried gegenüber dem Staat sind nicht nur aufgrund der geltenden Rechtslage unbegründet, sondern auch deswegen, weil Grundwasserhöchststände dieser Art in der Oberrheinebene kein einmaliges und unvorhersehbares Ereignis sind. Wird z. B. die auf die Mess-



Abbildung 11: Nauheim, Siedlung „Im Teich"; aufgenommen am 2. April 2001, extrem hoher Grundwasserstand



Abbildung 12: Über die Ufer getretene Teiche zwischen Rüsselsheim und Bauschheim; aufgenommen am 2. April 2001, extrem hohe Grundwasserstände

stelle 527055 Bauschheim bezogene Grundwasserstandsganglinie (Abbildung 13), die sich praktisch ausschließlich aus dem Niederschlagsgeschehen bzw. aus den damit zusammenhängen Grundwasserneubildungsereignissen ableitet, analysiert, kommt man zu dem Schluss, dass extrem hohe Grundwasserstände je-

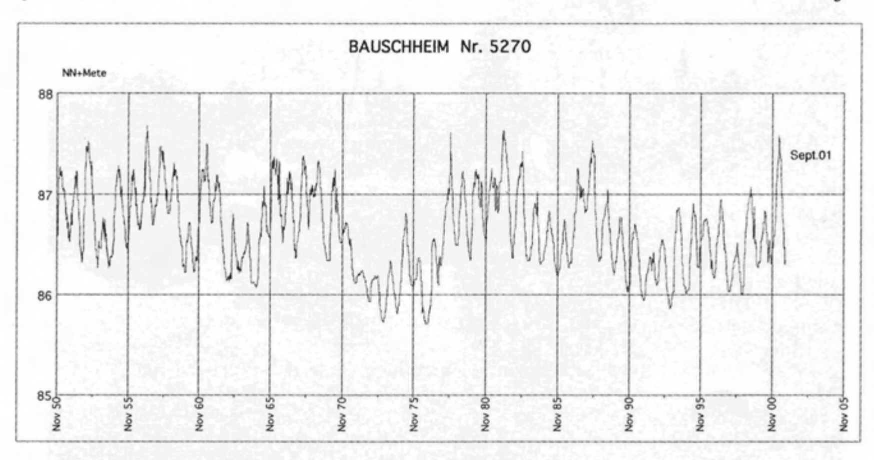


Abbildung 13: Grundwasserstandsganglinie der anthropogen praktisch unbeeinflussten Messstelle 527055 Bauschheim, die im Bereich der Mainspitze im Zentrum des sog. „Bauschheimer Wasserberges" liegt, der an eine tektonische Hochlage der Grenze Quartär/Tertiär gebunden ist

denfalls in den letzten 50 Jahren eine Wiederkehrwahrscheinlichkeit von etwa 20 Jahren haben. Die sehr hohen Grundwasserstände Mitte der 50er-, Ende der 70er- und Anfang der 80er-Jahre waren jedenfalls mit denen im Frühjahr 2001 vergleichbar. Leider wurden daraus keine Konsequenzen gezogen, offensichtlich auch deswegen, weil Dritte vom umfangreichen Datenpool im HLUG zu wenig Gebrauch gemacht haben, obwohl es darüber allgemein zugängliche Publikationen gibt, u. a. das Messstellenverzeichnis des Landesgrundwasserdienstes Hessen (PAPE VON & SCHULT 1996). Speziell vom Hessischen Ried liegen Grundwasserstandsdaten von rd. 2.080 Messstellen vor, die regelmäßig beobachtet werden, davon sind 337 Bestandteil des staatlichen Landesgrundwasserdienstes.

Um den Informationsgrad zu erhöhen, bedient sich das HLUG seit neuestem auch des Internets (www.hlug.de). Wie bereits eingangs angesprochen, haben Ingenieurbüros sowie auch die interessierte Öffentlichkeit somit jetzt noch mehr die Möglichkeit, das umfängliche Messwertearchiv des Landesgrundwasserdienstes zu nutzen und damit u. a. unnötige finanzielle Belastungen zu vermeiden.

5 Literaturverzeichnis

BERTHOLD, G. & TOUSSAINT, B. (1998): Grundwasserbeschaffenheit in Hessen – Auswertung von Grund- und Rohwasseranalysen bis 1997. – Umweltplanung, Arbeits- und Umweltschutz, **250**: 102 S., 62 Abb., 19 Tab., 3 Kten.; Wiesbaden.

BERTHOLD, G. & TOUSSAINT, B. (1999a): Pflanzenschutzmittel im Grund- und Rohwasser – Aktuelle Ergebnisse aus Hessen. – Der Kritische Agrarbericht 1999, S. 131–134, 1 Abb.; Rheda-Wiedenbrück (AbL Bauernblatt Verlags-GmbH).

BERTHOLD, G. & TOUSSAINT, B. (1999 b): Grundwasserbeschaffenheit in Hessen, 2. Bericht (Grundwasser-Bericht 1998). – Hydrologie in Hessen, Handbuch Teil **III** Grundwasser, 35 S., 13 Abb., 2 Tab., 8 Ktn.; Wiesbaden.

BERTHOLD, G., SEEL, P., RÜCKERT, H., TOUSSAINT, B. & TERNES, T. (1998): Beeinflussung des Grundwassers durch arzneimittelbelastete oberirdische Gewässer. – Umweltplanung, Arbeits- und Umweltschutz, **254**: 37–52, 2 Abb., 1 Tab.; Wiesbaden.

DVWK (1997): Tiefenorientierte Probennahme aus Grundwassermessstellen. – DVWK-Merkblätter zur Wasserwirtschaft, **245**: 14 S., 10 Abb., 3 Tab.; Bonn.

EBHARDT, G., HARRES, H.-P., IVEN, H., PÖSCHL, W., TOUSSAINT, B. & VOGEL, H. (2001): Hydrogeologie, Wasserwirtschaft und Ökologie im Hessischen Ried. – Jber. Mitt. Oberrhein. Geol. Ver., N.F. **83**: 185–210, 11 Abb., Stuttgart.

HÖLTING, B.: Hydrogeologie. Einführung in die Allgemeine und Angewandte Hydrogeologie, **5**. Aufl. – 441 S., 114 Abb., 46 Tab.; Stuttgart 1996 (Enke).

LAWA (2000a): Empfehlungen zur Optimierung des Grundwasserdienstes (quantitativ). – LAWA-Publikation, 36 S., 4 Abb., 1 Tab.; Schwerin (Selbstverlag).

LAWA (2000b): Empfehlungen zu Konfiguration von Messnetzen sowie zu Bau und Betrieb von Grundwassermessstellen (qualitativ). – LAWA-Publikation, 32 S., 10 Abb., 1 Tab.; Schwerin (Selbstverlag).

MEINERS, H. G.: (2001): Maßgeschneiderte Monitoringprogramme. – ahu texte 2001: 7-1 – 7-4, 1 Abb.; Aachen.

NOLDEN, C. (1995): Ursachen der Grundwasserabsenkung im Süden des hessischen Rieds.- Umweltplanung, Arbeits- und Umweltschutz, **221**: 109 S., 54 Abb., 8 Tab.; Wiesbaden.

OTTENS, J. J., ARNOLD, G. E., BUZÁS, Z., CHILTON, J., ENDERLEIN, R., HAVAS-SZILÁYI, E., ROUÈAK, P., TARASOVA, O., TIMMERMAN, J. G., TOUSSAINT, B. & VARELA, M. (2000): Guidelines on Monitoring and Assessment of Transboundary Groundwaters. – UN/ECE Task Force on Monitoring & Assessment, 64 S., 8 Abb., 7 Tab.; Lelystad/the Netherlands.

PAPE, W.-P. VON & SCHULT, E. (1996): Landesgrundwasserdienst Hessen. Verzeichnis der Grundwassermessstellen – Stammdaten, Stand Juli 1996. – Hydrologie in Hessen, Handbuch Teil **III** Landesgrundwasserdienst, 14 S., 5 Abb., 161 S. Tabellen, 1 Kte. 1:300000; Wiesbaden.

Regierungspräsidium Darmstadt (1999): Grundwasserbewirtschaftungsplan Hessisches Ried. – 135 S., 36 Abb., 33 Tab. sowie Anlage Teil A Grundlagen und Begründung, 261 S., 151 Abb., 86 Tab.; Darmstadt.

TOUSSAINT, B. (1995): Technik der Grundwasserbeprobung aus hydrogeologischer Sicht. – Umweltplanung, Arbeits- und Umweltschutz, **185**: 38–52, 7 Abb.; Wiesbaden.

TOUSSAINT, B. (1999):Konzeption und Betrieb von GW-Messnetzen sowie Bau von GW-Messstellen aus hydrogeologischer Sicht. – Proceedings des DGFZ e.V., **17** (Fachtagung Grundwasser-Monitoring 1999: Anforderungen, Probleme und Lösungen): 67–86, 4 Abb.; Dresden.

TOUSSAINT, B. (2000): Überblick über die Grundwasserüberwachung in Deutschland / Groundwater monitoring in Germany – an overview. – IHP/OHP-Jahrbuch der BR Deutschland, 1991–1995, Teil **I** Sammelband, 73–77; Koblenz.

TOUSSAINT, B. & Göbel, K. (1995): Wasserwirtschaftlicher Landesdienst Hessen (Hydrologie) – ein staatliches Instrumentarium für Daseinsvorsorge und Zukunftsbewältigung. – Umweltplanung, Arbeits- und Umweltschutz, **180**: 66–75, 5 Abb.; Wiesbaden.

Prof. Dr. B. TOUSSAINT
Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie
Rheingaustr. 186
65203 Wiesbaden
E-Mail: b.toussaint@hlug.de

Manuskripteingang: 07.11.2001